



DEBATT

Varför ökar äggmortaliteten i närheten av en ny vindkraftsanläggning?

HENNING THEORELL, LEG.LÄK. SPEC. INVÄRTES OCH ALLERGISJUKDOMAR, HENNING.THEORELL@HOTMAIL.COM
 MARIA VEMDAL, CIV. ING. INDUSTRIELL ARBETSMILJÖ MVEMDAL@GMAIL.COM

I Sverige produceras årligen 2 miljoner ägg och utöver de etablerade leverantörerna till Svenska Ägg finns många hobbyhöns-ägare på landsbygden. Facebookgruppen Vi som har höns har 42 000 medlemmar och gruppen Höns och fjäderfä har 92 000 medlemmar. Svenska Lanthönsföreningen och andra avelsföreningar engagerar sig i

bevarandet och uppfödningen av hönsraser och denna mångfald av hönsuppfödningssamfund speglar det stora intresset och engagemanget för fjäderfä och dess betydelse för matproduktion och kulturellt arv i Sverige.

I tillägg till tamhöns har Sverige en bred fauna av skogshöns såsom tjäder, orre, ripa,

järpe, fasan och pärlhöns.

På en permakulturgård i Småland har äggmortaliteten ökat markant efter att en ny vindkraftsanläggning togs i bruk endast 1 000 meter från gårdscentrum. Detta är oroande med tanke på den massiva utrullning av vindkraft som planeras i södra Sverige. Lantbrukarna som denna artikel

hänvisar till har efter bästa förmåga försökt undersöka fenomenet men det behövs kontrollerade studier och mätningar för att förstå orsakerna bättre.

Denna artikel sammanfattar de studier som redan har genomförts på relevanta forskningsområden, men syftar främst till att påvisa hur viktigt det är med fler kontrollerade studier snarast innan riskerna infrias och både vilda och tama hönsfåglares äggmortalitet blir katastrofalt hög.

Bakgrund

En betydande förändring som har skett inom vindkraftsindustrin är den markanta ökningen av vindkraftverkens storlek (både höjd och vingdiameter) efter 2018. Trots denna ökning har riktlinjer för hörbart buller från vindkraftverk inte uppdaterats i motsvarande grad. Dessutom saknas det fortfarande gränsvärden för lågfrekvent buller och infraljud, vilket är en brist som måste tas på allvar. Detta trots att det finns en noggrann modelleringsstudie utförd 2014 (1).

I miljökonsekvensbeskrivningarna (MKB) som genomförs inför ansökan om tillstånd för miljöfarlig verksamhet (vindkraftverk) tas ingen hänsyn alls till effekterna av markgeologi eller markvibrationer på människor eller den lokala faunan. Endast avstånd från vindkraftverk till spelplats för skogshöns tas i beaktande, det vill säga kollisionsrisken.

Intressant nog finns det ingen tydlig vägledning när det kommer till de vibrationer som storskalig vindkraft kan generera. Detta trots att det är väl dokumenterat att vibrationer kan påverka celler på kromosomnivå. Detta väcker frågor om huruvida vindkraftsanläggningar kan ha en liknande påverkan på djurliv och människor i närheten. Ett illustrativt exempel på detta är restriktionerna för kvinnliga helikopterpiloter som förbjuds att flyga under graviditet på grund av riskerna för vibrationernas påverkan på fostret. Detta visar på det allvarliga behovet av riktlinjer och regleringar som tar hänsyn till de potentiella hälsorisker som kan vara förknippade med vibrationer från vindkraftsanläggningar.

För djurhållning finns inga riktlinjer överhuvudtaget, och med den aggressiva uttrullningen av storskalig vindindustri i södra Sverige kan det bli omfattande och irreversibla skador på djurhållningen och förlängningen matproduktionen.

Fallstudie

Familjen Schwere i Ljungbyholm håller en hobbybesättning med fem olika raser. Det

Tabell 1. Äggmortalitet i bur under perioden 1–21 maj 2023 Willab kläckningsmaskin. Mestadels skånsk blommeras.

Lokal	Distans (meter)	N total	Döda	Levande	Mortalitet %
Hönshus bostad 1	950	49	49	0	100
Hylla inomhus bostad 1	1006	22	17+1	4	83
Bur bakom bostad 1	1025	10	6	4	60
Hylla inomhus bostad 2	3160	40	2	38	5

Not: +1 betyder kläcktes missbildad och dog. De 18 embryona hade dött i olika utvecklingsstadiet.

normala under åren 2009–2020 har varit minst 95 % lyckade kläckningar efter 21 dygns ruvning.

Under 2021 tas en nyanlagd vindkraftsindustri om tolv 4,5 MW-turbiner i drift omkring 1 000 meter från gårdscentrum och under åren 2021–2023 slutar hönsen ruva efter 16 dygn och lämnar alla ägg döda. Även de fåtal hönor som har gått till skogs återvänder ensamma i stället för att återvända med kycklingar såsom tidigare år.

Familjens vuxna son bor 3 kilometer från den nya vindkraftsindustrin och håller även han frigående höns av mestadels blommeras. Under åren 2009–2023 har utfallet kläckta kycklingar varit minst 90 %. Sonen flyttar under 2022 tre av dessa hönor samt en tupp till föräldrarnas hönsgård 950 meter från närmaste vindturbin. Då slutar även dessa hönor ruva efter 16 dygn och lämnar döda ägg.

Äggmortalitet

Äggmortalitet hos frigående höns är ett komplext fenomen som påverkas av flera faktorer. Det är känt att höns som inte ruvar ordentligt kan lämna sina ägg obebakade, vilket kan leda till ökad äggmortalitet och att ökade stressnivåer kan minska hönsens benägenhet att ruva på äggen. Stressnivåerna påverkas givetvis av störningar eller hot i omgivningen.

Otillräcklig näring eller obalanserad kost kan påverka både äggproduktionen och äggkvaliteten, vilket i sin tur kan öka risken för äggmortalitet. I det fall där den aktuella observationen har gjorts, har denna faktor varit konstant då samma individer endast har flyttats och utfodringen har varit densamma.

Hönsens ålder påverkar givetvis reproduktionen. Äldre höns kan uppleva minskad fertilitet och äggkvalitet jämfört

med yngre individer. Inavel är en annan faktor som kan ha negativa konsekvenser eftersom det kan leda till genetiska defekter och minskad överlevnad hos kycklingarna.

Infektionssjukdomar utgör en betydande risk för hönsens reproduktion. Bakteriella infektioner som *E. coli* och salmonella, liksom virussjukdomar som fågelinfluensa och marek-/herpesvirus, kan orsaka äggdödlig och missbildningar hos kycklingar. Parasiter som spolmask, coccidiosis och hönskvalster kan också påverka hönsens reproduktiva hälsa negativt.

Det är därför viktigt att genomföra kontrollerade försök med regelbundna veterinärkontroller och lämpliga förebyggande åtgärder både före och under tiden som en studie föregår.

Frågan är hur stor påverkan miljöfaktorer såsom buller och vibrationer har på hönsäggs-mortaliteten. En genomgång av de studier som har gjorts på området indikerar påverkan, men det saknas studier som undersöker effekterna av markvibrationer i kombination med lågfrekvent buller på hönsens reproduktiva hälsa.

Tidigare forskning

Forskning har visat att vibrationer under dagarna 5–8 av hönsäggs utveckling kan hämma syreupptaget i allantoismembranet (1). Laboratorieförsök utförda i USA under 1990 och 1994 har visat att vertikala vibrationer på hönsägg ökar dödligheten och missbildningarna ökar mest vid frekvenser mellan 20–30 Hz och accelerationsamplituder på 0,25–1,5G (2–4).

Samma frekvenser och amplituder ökar dödlighet med upp till 48% i pärlhönsägg (5).

Det har klarlagts att det inte är lågfrekvent ljud i sig som påverkar, utan en kombination med helkroppsvibrationer →

med accelerationsamplitud 1,16 G och vid 12 Hz (motsvarande en stående människas egenresonansfrekvens) som krävs för att öka systerkromosomutbytet i både human- och muslymfocyter (6, 7).

Vid en seismologisk mätstation i Askome i Halland med närliggande tio vindkraftverk om 2,75 MW har det registrerats accelerationsamplituder med svaga toppar 0,00136 cm/sek² i område 0,3–10 Hz och från 12–39 Hz (8) som korrelerar starkt med vindkraftverkens prestation och saknas vid vindstilla. Toppas med samma accelerationsamplituder har registrerats i lodled vid 20–40 Hz 1850 meter från nio 2 MW-verk i Lusitania 2012 (17).

Även i Ontario har snabba minutlånga accelerationstoppas registrerats vid frekvenser på 10–20 Hz på ett avstånd av 600 meter från en anläggning med fyra vindkraftverk på 2–3 MW (9).

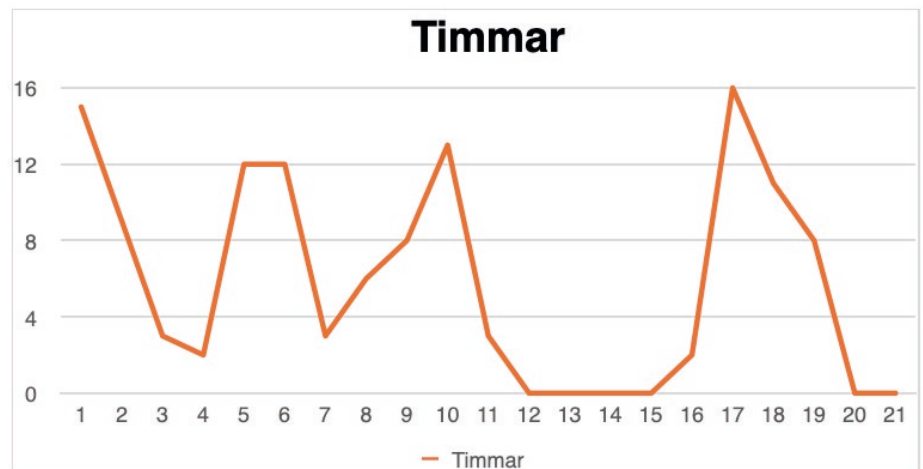
Luftledd bulleremission med cylindrisk utbredning vid frekvenser från 20–100 Hz avtar med 3 dB per avståndsdubbling och luftabsorptionen minskar med 0,02–0,05 dB per km, det vill säga obetydlig skillnad mellan gårdarnas exponering (10).

Tillsammans med rapporterna som visar att helkroppsvibration utöver luftlett buller krävs för kromosompåverkan, kan detta indikera att markvibrationsfrekvenser och amplituder från tornfundament som genereras vid ett avstånd på 1 000 meter är skadliga för ägg men inte är skadligt då avståndet ökar till 3 000 meter (11).

Att buller och eller vibrationer från vindkraft orsakar stress hos olika djur har påvisats som höjd kortisolhalt i serum och i hårsäckar hos gäss och grävlingar ju närmare de vistas verken (12, 13). Om detta kan hänföras till stress av hörselupplevelse och påverkan via nervbanor till stresscentra i amygdala och hypothalamus/hypofys eller om det kan tillskrivas markvibrationer är inte klarlagt. Att fåglar flyr från områden med vindkraftsanläggningar rapporteras återkommande från olika platser både utomlands och i Sverige. Samma sak gäller grävlingar som flyr hålör samt älgar och renar som flyr vindindustrier under drift och återkommer vid vindstående.

En rapport från 2008 om ökande äggdödlighet och missbildningar efter driftsättning av en vindkraftsanläggning i Wisconsin (14) indikerar möjliga samband mellan luftledda vindkraftsljud och/eller markvibrationer från tornbaser. Detta påvisar även WG Ackers sammanställning av internationella observationer under tidsperioden 2016–2019 av påverkan av

Tabell 2. SMHI väderdata med vindhastigheter under perioden 1–21 maj 2023



Timmar med vind ute >5 m/s distribuerat på kalenderdagar i maj 2023

Notera toppnoteringarna vid dagarna 1–2, 5–6, 10 samt 17–19 som sammanfaller med viktiga utvecklingsstadier för hönsägg.

Tabell 3. Svenska Kraftnäts elproduktion vid närmaste mätstation under aktuell period



Som framgår av tabellerna är det stor överensstämmelse mellan vindstyrkor och fullstoppas vilket sannolikt ger mest torn- och fundamentvibrationer i mark.

vindindustrier på människo- och djurhälsa (15).

Vibrationer stör laminärt kapillärblodflöde i alla vävnader, vilket leder till turbulent flöde och skador på endotelets NO-frisättning. Detta resulterar i syrebrist och frisättning av vävnadsskadliga fria radikaler. Mekanoreceptorer som förbinder celler har visat sig starta perikapillär bindvävsinlagring och revaskularisering. Dessa tryck- och vibrationskänsliga katjonkanaler i cellmembranen Piezo 1 och Piezo 2 påvisades först av Coste, Papapoutian m

fl 2010 i neuroblastomceller. För denna nyfunna receptorgrupp, som även innefattar läges-, smärt-, temperatur- och klådreceptorer, tilldelades Patapoutian och Julius Nobelpris i medicin 2021. Aktivering sätter igång småkärlsskyddande perivascularär kollagen- och elastinsyntes (16).

Dessa kärlförändringar har, tillsammans med elektronmikroskopiskt påvisbar vävnadsskada relaterad till expositionstid och intensitet hos IS/LFN-exponering och helkroppsvibration, påvisats i många organ i olika däggdjur och hos människa (18,

19). Fåglars kärnbäddar är ej lika väl dokumenterade.

Ett israeliskt företag har genom att använda mRNA-promotors och lågfrekvent ljud under dagarna 4–6 i inkubator, lyckats förändra könskvoten hos kycklingarna från 50/50 till 5 tuppar och 95 hönor (20).

Att lågfrekvent ljud påverkar kromosomerna står bortom allt tvivel. Därtill har studier visat att manliga Z-kromosomer tenderar att ackumulera fler mutationer jämfört med honliga W-kromosomer (21).

Frågan är vad som händer med fåglarna, både vilda som tama, när de utsätts för både buller och vibrationer i sitt livshabitat? Det saknas helt studier av ägg i vilda fågelreden för att kunna bedöma om fågelpopulationerna minskar på grund av kromosomstörningar och eller för att fåglarna väljer att fly undan. Påverkas fåglars fertilitet av stress på nervcentra med hormonell styrning eller påverkas äggen av skadliga vibrationer?

Avslutning

Sammantaget pekar vetenskapsdata och gjorda observationer på behov av ytterligare forskning för att förstå hur markvibrationer i kombination med lågfrekvent buller kan påverka hönsens reproduktiva hälsa.

I skrivande stund anläggs industrier med långt större vindkraftverk än de som hittills är driftsatta. De turbiner som är planerade att installeras de närmaste åren är av storleken 6–10 MW vardera, vilket högst sannolikt ger upphov till än starkare markvibrationer.

Det är av vikt att inte bagatellisera vindkraftemissioners potentiella skadlighet för alla levande varelsers biologi och därför behövs nu tvärvetenskaplig forskning i samverkan mellan akustiker, geotekniker, medicinare, veterinärer, ornitologer, infektionsläkare, patologer och kromosomforskare.

Summary

In Sweden, 2 million eggs are produced annually, and keeping chickens for personal use is very popular. In addition to domestic chickens, there is still a rich fauna of forest chickens in the country.

On a farm in Småland, a significant increase in egg mortality has been observed since a new wind power plant was put into operation within 1000 meters of the farm. This phenomenon is worrying since an extensive increase of large industrial wind turbines is planned in southern Sweden. In recent years, the size of wind turbines has increased significantly, but the guidelines for audible noise have not

been updated, and there are no guidelines for low-frequency noise or infrasound. Environmental impact assessments also do not take into account the impact of ground vibrations on humans and wildlife.

Research on the effects of noise and vibrations on animal health has been ongoing for several decades. Studies on both chicken and quail eggs have shown that vertical vibrations increase both mortality and the incidence of malformations. Studies on human as well as mouse lymphocytes have shown that the combination of low-frequency noise and whole-body vibrations affects sister chromatid exchange, increasing the risk of genetic damage. An Israeli company has managed to change the sex ratio of chickens from 50/50 to 5 roosters and 95 hens by exposing the eggs to low-frequency sound. Elevated cortisol levels in geese and badgers have been measured near wind power plants and it has been reported that badgers flee their burrows and that moose and reindeer avoid areas with wind turbines in operation.

In summary, further interdisciplinary research is needed to fully understand and manage the risks of large-scale wind power. The impact and harm that living beings may be exposed to should not be underestimated. ■

REFERENSER

1. Ljud från vindkraftverk, modellvalidering-mätning Slutrapport Energimyndigheten projekt 32437-1. Conny Larsson 2014-12-30
2. Lizurek, Piotr. 1973. The effect of low frequency mechanical vibration on oxygen uptake by the chick embryo during embryogenesis. *Acta physiology of Poland*. XXIV:4
3. Effect of Vibration Frequency and Acceleration Magnitude of Chicken Embryos on Viability and Development Phase I By Linda C. Taggart Nabih M. Alem Helen M. Frear Biodynamics Research Division EdR T i C, November 1990 USAARL, Fort Rucker, Alabama 36362-5292
4. Effect of Vibration Frequency and Amplitude on Developing Chicken Embryos By Samuel G. Shannon Al W. Moran Linda C. Shackelford and Kevin T. Mason ELECTED DEC J 2 1994; Aircrew Protection Division 19941205 086 October 1994USAARL Fort Rucker Alabama 36362-0577
5. Sabo, Vladimir, Boda, Koloman, and Peter, Vladimir. 1982. Effect of vibration on the hatchability and mortality of embryos of Japanese quails. *Polnohospodarstvo* 28,6
6. Sister chromatid exchange analysis in workers exposed to noise and vibration M.J. Silva, A. Carothers, N. Castelo Branco, A. Dias, M.G. Boavida *Mutation Research* 369 (1996) 113-121
7. Low frequency noise and whole-body vibration cause increased levels of sister chromatid exchange in splenocytes of exposed mice. M J Silva 1, A Dias, A Barreta, P J Nogueira, N A A Castelo-Branco, M G Boavida. *Teratog Mutagen* 2002;22(3):195-203
8. Lund, B., Schmidt, P., Shomali, Z.H., Roth, M. (2021) The Modern Swedish National Seismic Network: Two Decades of Intraplate Microseismic Observation, *Seismol. Res. Lett.*, 92, 1747-1758,
9. The Industrial Wind Turbine Seismic Source M. WEST, P. GEOPH., B.S.C., GDM WINDSOR, ONTARIO. CSEG RECORDER JUNE 2019
10. Luftabsorption ref.: SNV Rapport 6241 (2010) (dB/km)
11. Seismic radiation from wind turbines: Observations and analytical modeling of frequency-dependent amplitude decays. Fabian Limberger, Michael Lindenfeld, Hagen Deckert, and Georg Rumpker. Institute of Geosciences, Goethe-University Frankfurt, Germany. Institute for Geothermal Resource Management, Germany. *Solid Earth*, 12, 1851–1864, 2021. <https://doi.org/10.5194/se-12-1851-2021>
12. Preliminary studies on the reaction of growing geese (Anser anser f. domestica) to the proximity of wind turbines. J. Mikołajczak, S. Borowski, J. Marć-Pieńkowska, G. Odrowąż-Sypniewska, Z. Bernacki, J. Siódmiak, P. Szterk. *Polish Journal of Veterinary Sciences* Vol. 16, No. 4 (2013), 679–686
13. WIND TURBINES CAUSE CHRONIC STRESS IN BADGERS (MELES MELES) IN GREAT BRITAIN. Roseanna C. N. Agnew, Valerie J. Smith, and Robert C. Fowkes. Royal Veterinary College, Zoological Society of London, Scottish Oceans Institute, University of St. Andrews. *Journal of Wildlife Diseases*, 52(3), 2016, pp. 000–000, *Wildlife Disease Ass.* 2016
14. The BPRC Research Nerd in Fond du Lac County, Home in a wind farm with a 1000 foot setback: Fond du Lac County WI, life in a wind farm, We Energies, property values, wind farm birds Posted on Wednesday, October 28th , 2009 at 09:09PM
15. Some Of The Case Studies That Have Convinced Me That Industrial Wind Turbines Make People Sick, Which Supports My Belief That We Can Prove In A Court Of Law That These Wind Turbines Are Causing Annoyance and Illnesses. By: William G. Acker Acker & Associates Prepared: December 27th 2015 through Feb. 18th 2019
16. Coste B, Mathur J, Schmidt M, Earley TJ, Ranade S, Petrus MJ, Dubin AE, Patapoutian A. Piezo1 and Piezo2 are essential components of distinct mechanically activated cation channels. *Science* 2010;330: 55-6
17. Acquired flexural deformation of the distal interphalangeal joint in foals Teresa Margarida Costa Pereira e Curto Dissertation in Veterinary Medicine. Technical university of Lisbon 2012
18. Mariana Alves-Pereira. Bruce Rapley. Huub Bakke. Rachel Summer. Infrasound and Low frequency Noise; A Public Health Nightmare. Universida de Lusofonia. Massey University. New Zealand. ICBEN Glasgow. Scotland. Sept 22. 2017
19. Impairment of the Endothelium and Disorder of Microcirculation in Humans and Animals Exposed to Infrasound due to Irregular Mechano-Transduction Ursula Maria Bellut-Staack Independent Scientist, Berlin, Germany. *J. of Biosciences and Medicines* > Vol11 No.6, June 2023 DOI: 10.4236/jbm.2023.116003
20. We aren't playing God": An Israeli development can change the sex of chicken embryos. Israeli Startup SOOS Technology CEO Yael Alter. Interview by Ida ben Tovim in GEEKTIME Aug 28th 2022
21. Emergence of male-biased genes on the chicken Z-chromosome: Sex-chromosome contrasts between male and female heterogametic systems. Hans Ellegren *Genome Res.* 2011 Dec; 21(12): 2082–2086. doi:10.1101/gr119065.110